

*У роботі розглянуто реалізацію моделей та алгоритмів, які використовуються для конфігурування логістичної мережі і формування організаційної структури управління при стратегічному плануванні. Описано інформаційну технологію, наведено діаграму розміщення для системи підтримки прийняття рішень, а також результати досліджень*

**Ключові слова:** моделі, алгоритми, конфігурування логістичної мережі, організаційна структура управління, інформаційна технологія, результати досліджень

*В работе рассмотрена реализация моделей и алгоритмов, используемых для конфигурирования логистической сети и формирования организационной структуры управления при стратегическом планировании. Описана информационная технология, приведена диаграмма размещения для системы поддержки принятия решений, а также результаты исследований*

**Ключевые слова:** модели, алгоритмы, конфигурирование логистической сети, организационная структура управления, информационная технология, результаты исследований

# ІНФОРМАЦІОННА ТЕХНОЛОГІЯ ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІОННОЇ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧЕСЬКОЮ СЕТЬЮ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК

**М. Д. Годлевский**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой\*

E-mail: god\_asu@kpi.kharkov.ua

**А. А. Станкевич**

Ассистент\*

E-mail: stankevych@gmail.com

**А. Ю. Друк**

E-mail: andriy.druk@gmail.com

**Л. С. Чернявская**

E-mail: lesia.cherniavska@gmail.com

\*Кафедра автоматизированных систем управления

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, Украина, 61002

## 1. Введение

Логистика в Украине переживает значительный подъем. Если еще 5-10 лет тому назад это слово было понятным только узкому кругу специалистов, то в настоящее время многие фирмы перешли к активному построению логистических систем, внедрению передовых логистических стратегий и технологий. Во многих университетах открыты специальности по логистике, проводится повышение квалификации менеджеров различных звеньев управления. Все это связано с тем, что правильно построенная логистическая система (ЛС) дает фирме значительные конкурентные преимущества, позволяет повысить рентабельность бизнеса за счет: сокращения товарных запасов; ускорения оборачиваемости оборотного капитала; снижения себестоимости продукции; рационального использования транспортных мощностей; обеспечения потребителей качеством логистического сервиса [1].

Решение всех этих проблем невозможно без внедрения современных информационных технологий (ИТ). Для того, чтобы эффективно применять ИТ в управлении логистическими цепями поставок, необходимо четко понимать различие между назначением и функциями транзакционных и аналитических информационных технологий [2]. Транзакционные ИТ связаны с накоплением, обработкой и взаимной

связью исходных данных о системе поставок компании и с сопоставлением и распространением отчетов, суммирующих эти данные. Данные могут появляться из внутренних или внешних источников. Аналитические ИТ оценивают проблемы планирования системы поставок, используя описательные и нормативные (оптимизационные модели). Описательные модели показывают как деятельность цепи поставок, издержки, ограничения и требования могут изменяться в будущем. Оптимизационные модели направлены на формирование и выбор альтернатив в системе поставок. Аналитические ИТ близки по назначению с термин «Система поддержки принятия решений» (DSS). Однако DSS обладают отличительной особенностью – несистематическое (уникальное) применение специальных методов к анализу и выбору бизнес-решений.

## 2. Постановка задачи

Ядром, около которого создается ЛС, является центральная компания, которая производит оригинальную продукцию. В дальнейшем для нее будем использовать аббревиатуру OEM (Original Equipment Manufacturers). OEM заинтересована в оптимизации показателей эффективности логистики не только на этапе производства продукции, но и на стадии поста-

вок сырья, материалов, комплектующих, а также при реализации готовой продукции. Таким образом, перед менеджерами OEM стоит задача разработки эффективных методов управления бизнес-процессами цепочек поставок всей логистической системы на основе аналитических ИТ и систем поддержки принятия решений.

Наличие большого количества уровней функциональной структуры логистической системы, а также бизнес-процессов на каждом уровне приводит к необходимости передачи для выполнения ряда бизнес-процессов различного рода компаниям-провайдерам. Это связано с рядом причин: OEM не хватает ресурсов для реализации отдельных бизнес-процессов; другие компании имеют меньшие логистические издержки, а также лучше качество логистического сервиса. В результате стоит задача конфигурирования логистической системы (КЛС) (формирования оптимальной функциональной структуры), а с другой стороны, проблема синтеза распределенной иерархической организационной структуры системы управления (ОССУ). Две эти задачи тесно взаимосвязаны друг с другом и должны решиться на основе итерационного процесса.

В работе технология реализации данной проблемы рассматривается на примере ЛС реализации готовой продукции (ГП) массового использования.

### 3. Технология КЛС и формирования ОССУ

Прежде, чем разрабатывать ИТ системы поддержки принятия решений (СППР), необходимо: тщательно разработать вопрос последовательности выполнения отдельных бизнес-процессов для реализации рассматриваемой проблемы; определить необходимые для этого ресурсы; выбрать методы и процедуры решения отдельных задач. Это является основой для использования оправдавших себя в течение многих лет методологий и инструментальных средств, к которым относится стандарт моделирования бизнес-процессов IDEFO

(рис. 1), использование которого в работе осуществляется на основе компьютерной программы Ramus. Предварительно кратко рассмотрим объект исследования.

Логистическая система должна обеспечить доставку ГП массового использования, поступающей на территорию Украины с нескольких предприятий зарубежной компании, которые географически разнесены на большой территории. В качестве промежуточных выступают консолидирующие склады национального уровня и разукрупняющие склады регионального уровня, с которых продукция поступает на локальные склады, принадлежащие супермаркетам и другим крупным торговым предприятиям. Согласно технологии решения задачи (рис. 1), первым укрупненным бизнес-процессом А1 является конфигурирование логистической сети цепочек поставок, состоящих из двух типов звеньев: транспортировка ГП [3-5] и хранение ГП. В результате формируется каркас для реализации логистических операций. Критерием, который используется для данного бизнес-процесса, выступают суммарные затраты на хранение и транспортировку ГП. Для минимизации суммарных затрат осуществляется декомпозиция всей задачи на отдельные подзадачи, которые рассматриваются в следующей последовательности.

1. Решается транспортная задача [6, 7], на основе которой определяется местоположение региональных складов при заданном их количестве и их привязка к конкретным локальным складам.

2. Результаты решения первой подзадачи являются исходной информацией для решения задач управления запасами на каждом региональном складе [8]. В результате при фиксированных интервалах между заказами определяются оптимальные размеры заказов.

3. На основе размеров заказов по каждому региональному складу решается транспортная задача по перевозке ГП с национальных складов на региональные.

4. Результаты третьей подзадачи являются исходной информацией для решения задач управления запасами на уровне национальных складов.

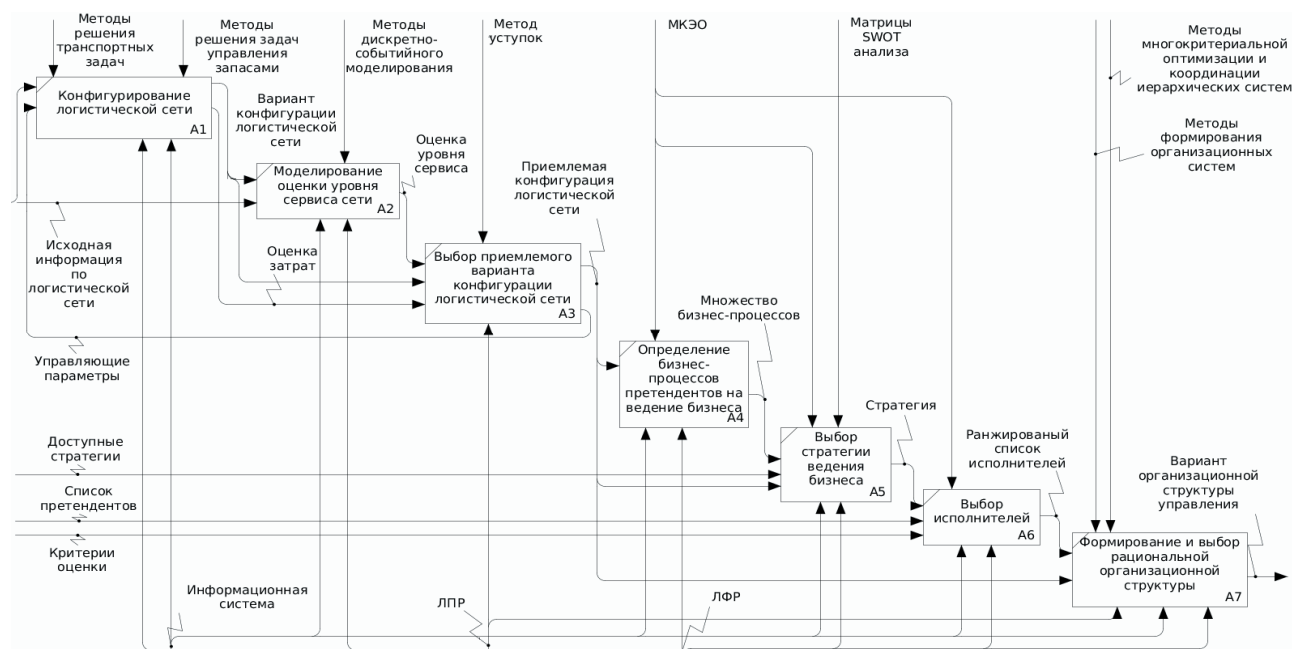


Рис. 1. Технология КЛС и формирования ОССУ

Исходя из оптимальных размеров заказов на национальные склады, решается транспортная задача перевозки ГП с заводов-производителей на национальные склады.

На основе коррекции ряда координирующих параметров: вид и грузоподъемность транспортных средств, размеров заказов, количество региональных складов и т.д., решается задача минимизации суммарных логистических затрат, которым соответствует пороговый уровень сервиса.

Бизнес-процесс А2 (рис. 1) предназначен для оценки уровня сервиса конфигурированной логистической сети. Данная задача решается на основе дискретно-событийного имитационного моделирования.

После определения уровня сервиса делается уступка по первому критерию (бизнес-процесс А3) на основе коррекции ряда параметров: уровень страховых запасов, число региональных складов и т.д., и заново решается задача КЛС. Лицо принимающее решение (ЛПР) анализирует на каждой итерации уровень суммарных затрат и уровень сервиса и принимает решение, на какой величине уступки по суммарным затратам итерационный процесс прекращается и параметры и переменные сформированной логистической сети цепочек поставок передаются для расчленения сети на отдельные бизнес-процессы или группы бизнес-процессов. Этот вопрос решается на основе методологии коллективного экспертного оценивания (МКЭО) (бизнес-процесс А4).

Далее на основе МКЭО решается задача выбора альтернативных вариантов ведения бизнеса применительно к отдельным или группам бизнес-процессов, входящих в конфигурированную логистическую сеть (бизнес-процесс А5). Этот вопрос подробно рассмотрен в работе [4]. Впервые для решения этой задачи используется формализация аналога матрицы SWOT-анализа. В качестве альтернативных вариантов ведения бизнеса рассматриваются: функциональные подразделения OEM, 3PL-провайдеры (Third Party Logistics Provider), 4PL-провайдеры, которые являются системными интеграторами и LLP-провайдеры (Lead Logistics Provider). Подробная характеристика каждого из провайдеров приведена в [10]. Выбор конкретных исполнителей ведения бизнеса осуществляется также на основе МКЭО. При этом используется список претендентов на реализацию конкретных бизнес-процессов (бизнес-процесс А6). Ранжированный список исполнителей используется при формировании и выборе рациональной организационной структуры управления (бизнес-процесс А7). Данный вопрос рассмотрен в работе [10].

#### 4. Диаграмма размещения для СППР

Реализация приведенной технологии КЛС и формирования ОССУ представлена в виде диаграммы размещения для СППР на рис. 2, которая состоит из

двух функциональных узлов: узел КЛС и узел формирования ОССУ. Для первого узла была выбрана эталонная системная архитектура «толстый клиент», так как предполагается, что клиентами данной подсистемы будет небольшое количество аналитиков. В качестве платформы разработки была выбрана Java SE. Это позволяет разрабатывать кроссплатформенные решения на открытой платформе. Для решения задачи синтеза аналитику необходимо развернуть данное решение на любой операционной системе, поддерживающей Java. С помощью компоненты управления процессом синтеза аналитик может выполнять конфигурирование сети с точки зрения заданных критериев. В качестве хранилища данных была выбрана документно-ориентированная СУБД с открытым исходным кодом Mongo DB. Этот выбор обусловлен тем, что для данной подсистемы критичным является скорость чтения данных. По окончании процесса синтеза структуры сети аналитик может отправить полученное решение на веб-сервер для синтеза организационной структуры управления логистической сетью (узел формирования ОССУ). Для реализации работы с экспертами была выбрана эталонная 3-х уровневая веб-базированная архитектура. Эксперты могут быть географически удалены друг от друга. Поэтому целесообразно организовать сбор данных через сеть Интернет, разместив данные для оценки на веб-сайте. За основу была взята связка технологий LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP). Каждому пользователю (эксперту или аналитику) необходимо иметь доступ к сети Интернет и установленный веб-браузер на клиентской машине. Количество таких клиентских машин не ограничено.

Работа пользователя с веб-сервером начинается с аутентификации, в ходе которой определяется тип пользователя. Если это эксперт, то в дальнейшем он будет работать с панелью эксперта, выставляя оценки, которые будут заноситься в базу данных. Пользователь-аналитик имеет доступ к компоненте администратора сайта. Он имеет право загружать, изменять, добавлять и удалять данные, полученные от экспертов. Так же он может инициировать математическую обработку уже полученных данных и сгенерировать отчет по выполнению вычислений. В качестве базы данных была выбрана реляционная СУБД MySQL. Эта СУБД позволяет хранить большие объемы данных и получать к ним доступ для различных вариантов выборки.

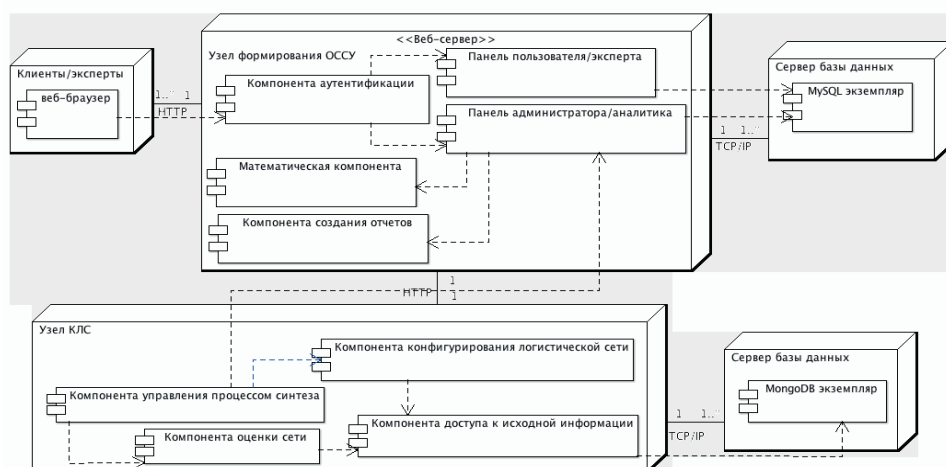


Рис. 2. Диаграмма размещения

Архитектурой предусмотрена возможная репликация базы данных в случае возрастания объемов хранимых данных.

### 5. Апробация ИТ. Выводы

Проверка работоспособности разработанной ИТ проводилась на примере поставки продуктов питания тремя предприятиями фирмы Unilever, которые находятся на территории России, Польши и Китая (поставка через Одессу):

- 1) чай (Tea Brook Bond, Tea Besida, Tea Lipton);
- 2) сухие смеси (Knor, Knor 2);
- 3) соусы (Calve Ketchup, Calve Mayo).

В качестве расположения национальных складов рассматривались Киев и Одесса, а в качестве региональных: Донецк, Харьков, Днепропетровск, Николаев, Симферополь, Львов, Луцк, Житомир. Кроме этого, склады Киева и Одессы использовались также и на региональном уровне. На локальном уровне рассматривались двести наиболее крупных супермаркетов и других торговых предприятий. В результате просчетов решалась задача конфигурирования логистической сети, которая включала привязку конкретных локальных складов к региональным, определение объемов заказов товаров на склады регионального и локального уровней и соответствующие транспортные задачи. Меняя такие параметры, как количество региональных складов, уровень страховых запасов, был сформирован ряд вариантов конфигурации логистической сети с различными суммарными логистическими затратами и уровнем сервиса.

Далее, с целью проверки работоспособности узла формирования ОССУ, в качестве бизнес-процесса было

выбрано подмножество транспортных маршрутов, соединяющих склад г. Киева и ряд региональных складов. Решались задачи выбора стратегии ведения бизнеса и выбора исполнителей. Рассматривались два вида стратегий: использование функциональных подразделений OEM; обслуживание выбранных транспортных маршрутов на основе 3PL-провайдеров. В качестве примера использовалась матрица SWOT-анализа, приведенная в работе [6]. В результате была выявлена целесообразность использования 3PL-провайдера. Далее рассматривались два варианта 3PL-провайдеров, которые оценивались четырьмя экспертами по следующим показателям: надежность, гибкость, база навыков, возможность экономии, качество обслуживания, навыки управления. В результате на основе этих показателей с учетом степени их важности и компетентности экспертов был выбран лучший вариант.

Апробация ИТ показала возможность ее использования для:

- 1) конфигурирования логистической сети с минимальными затратами и пороговым уровнем сервиса;
- 2) формирования некоторого компромиссного варианта конфигурирования логистической сети относительно общих логистических издержек и уровня сервиса;
- 3) выбора стратегии ведения бизнеса применительно к отдельным бизнес-процессам или выбранному множеству бизнес-процессов;
- 4) выбора исполнителей ведения бизнеса для выбранной стратегии;
- 5) на основе выбранных претендентов для ведения бизнеса, исходя из результатов исследования [7], могут быть построены различные организационные структуры управления логистической сетью цепочек поставок.

### Литература

1. Сток, Дж. Р. Стратегическое управление логистикой [Текст] / Дж. Р. Сток, Д. М. Ламберт. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 797 с.
2. Шапиро, Дж. Моделирование цепи поставок [Текст] / Дж. Шапиро. – СПб.: Питер, 2006. – 720 с.
3. Parragh, S. A survey on pickup and delivery problems. Part I: Transportations between customers and depot [Text] / S. Parragh, K. Doerner, R. Hartl. – J. Betriebswirtschaft, 2008. – V. 58. – No 1. – P. 21-51.
4. Parragh, S. A survey on pickup and delivery problems. Part II: Transportations between customers and depot [Text] / S. Parragh, K. Doerner, R. Hartl. – J. Betriebswirtschaft, 2008. – V. 58. – No 2. – P. 81-117.
5. Berbeglia, G. Static pickup and delivery problems: A classification scheme and survey [Text] / G. Berbeglia, J.F. Cordeau, I. Gribkovskaia, G. Laporte. – TOP, 2007. – V. 15. – No. 1. – P. 1-31.
6. Годлевский, М. Д. Принципы структурно-параметрического синтеза модели транспортно-складской системы транснациональной логистической компании [Текст] / М. Д. Годлевский, А. А. Станкевич // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2009. – № 10. – С. 23-30.
7. Бескоровайный, В. В. Оптимизация количества и местоположения распределительных центров транспортно-складской системы [Текст] / В. В. Бескоровайный, З. А. Имангулова, А. И. Петрова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 5/3 (59). – С. 24-28.
8. Стерлигова, А.Н. Управление запасами в цепях поставок: учебник [Текст] / А.Н. Стерлигова. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 430 с.
9. Годлевский, М. Д. Формирование участников логистической сети цепочек поставок при стратегическом управлении [Текст] / М. Д. Годлевский, А. А. Станкевич, Л.С. Чернявская // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 3. – С. 27-34.
10. Годлевский, М. Д. Классификация иерархических систем управления и координации бизнес-процессов цепочек поставок [Текст] / М. Д. Годлевский, А. А. Станкевич // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2010. – № 9. – С. 18-23.